

⑯ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A) 平2-64875

⑮ Int. Cl. 5

G 06 F 15/68

識別記号

310

庁内整理番号

8419-5B

⑯ 公開 平成2年(1990)3月5日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 カラー画像の高速彩度変換装置

⑮ 特願 昭63-216830

⑯ 出願 昭63(1988)8月31日

⑰ 発明者 笠野 章 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝府中工場内

⑯ 出願人 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑯ 代理人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

明細書

1. 発明の名称

カラー画像の高速彩度変換装置

2. 特許請求の範囲

R(レッド), G(グリーン), B(ブルー)に分離されたディジタルカラー画像データを格納する第1のR, G, B画像メモリと、

与えられた彩度変換係数 α をもとに、下記のマトリクス

$$\begin{pmatrix} \alpha & \beta & \beta \\ \beta & \alpha & \beta \\ \beta & \beta & \alpha \end{pmatrix}$$

(但し $\alpha = 1 + 2\beta$, $\beta = 1 - \alpha$)

の各要素で示される2種のマトリクス係数 α 並びに β を算出するマトリクス係数算出手段と、

上記第1のR, G, B画像メモリ内の同一画素のR, G, B成分 r , g , b に対応する彩度成分のRGBカラー空間内ベクトル \vec{S} に対して彩度変換 $\vec{S}' = \alpha \vec{S}$ を施した場合の該当画素のR, G, B成分 r' , g' , b' を、変換前後の明度が一

定である条件で成立する下記マトリクス式

$$\begin{pmatrix} r' \\ g' \\ b' \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} \alpha & \beta & \beta \\ \beta & \alpha & \beta \\ \beta & \beta & \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix}$$

に従い、上記マトリクス係数算出手段によって算出された2種のマトリクス係数 α 並びに β 、および上記第1のR, G, B画像メモリ内の同一画素のR, G, B成分 r , g , b を用いて線型結合演算を行うことにより算出する線型結合プロセッサと、

この線型結合プロセッサによって算出された彩度変換結果であるR, G, B成分 r' , g' , b' を対応画素位置に格納する第2のR, G, B画像メモリと、

を具備することを特徴とするカラー画像の高速彩度変換装置。

3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

この発明は、画像メモリに格納されているR

(レッド), G (グリーン), B (ブルー) の各成分に分離されたデジタルカラー画像データに對して、高速に彩度 (色の鮮かさ、彩り) を変換するのに好適なカラー画像の高速彩度変換装置に関する。

(従来の技術)

従来、R, G, B 成分が r, g, b のカラー画像の彩度変換は、いわゆる HSI 变換 (H; Hue 色相, S; Saturation 彩度, I; Intensity 明度) により彩度成分 S を抽出し、その彩度成分 S のリニア変換を実行した後、HSI 逆変換を行うプロセスを経て行われていた。上記 HSI 变換による彩度成分 S は、下記式

$$S = \frac{255}{r+g+b} \times (\min(r+b-2r, r+b-2g, r+b-2b))$$

で求められる。また、彩度のリニア変換 $S \rightarrow S'$ は下記式

$$S' = aS \quad (a \text{ は彩度変換係数})$$

に従って行われる。更に、HSI 逆変換は、

[発明の構成]

(課題を解決するための手段)

この発明は、彩度のリニア変換を、R, G, B カラー空間内の単なるベクトル演算処理に帰着させることにより、線型な変換で処理できるようにしたものである。即ち、同一画素の R, G, B 成分 r, g, b に対応する彩度成分の RGB カラー空間内ベクトル \vec{S} は、 r, g, b の最大値を 255 とすると下記式(1)

$$\begin{aligned} \vec{S} &= \frac{85}{r+g+b} \begin{pmatrix} 2r-g-b \\ -r+2g-b \\ -r-g+2b \end{pmatrix} \\ &= \frac{85}{r+g+b} \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix} \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (1)$$

で示される。この \vec{S} に対して彩度変換 $\vec{S}' = a\vec{S}$ (a は彩度変換係数) を施した場合の該当画素の R, G, B 成分 r', g', b' は、変換前後の明度が一定である条件を課すと下記マトリクス

HSI 变換の非線型性のため、一意的には決定されず、SIGGRAPH 提案型等、近似的に等価な非線型変換式等を用いて行われる。以上の 3 段階の変換を高速化するためには、第 3 図に示すように、それぞれ専用のハードウェア変換回路、即ち HSI 变換回路 31、彩度のリニア変換回路 32 および HSI 逆変換回路 33 が必要となる。

(発明が解決しようとする課題)

上記したように従来は、カラー画像の彩度変換に 3 段階の異なる変換プロセスを必要とするため、変換処理の高速化のためにはそれぞれ専用のハードウェア変換回路が必要となり、ハードウェア量が多くなるという問題があった。また、HSI 逆変換等では、変換の非線型性に起因する近似による誤差が大きいという問題もあった。

したがってこの発明の課題は、小規模のシステム構成で、量子化誤差の少ないカラー画像の彩度変換が高速に行えるようにすることである。

式(2)

$$\begin{pmatrix} r' \\ g' \\ b' \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} \alpha & \beta & \beta \\ \beta & \alpha & \beta \\ \beta & \beta & \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix}$$

但し $\alpha = 1 + 2a$, $\beta = 1 - a$ $\dots \dots \dots (2)$

となる。この式(2)は彩度変換係数を定めたときに、R, G, B 画像メモリ (内の同一画素の R, G, B 成分) 間の単純な線型結合演算によって彩度変換が行えることを意味する。そこで、この発明では、与えられた彩度変換係数 a をもとに、上記 2 種のマトリクス係数 α , β を求め、この α , β および R, G, B 画像メモリ内の同一画素の R, G, B 成分 r, g, b を用いて、上記(2)式に従って線型結合演算を行うことにより、彩度変換 $\vec{S}' = a\vec{S}$ を施した場合の該当画素の R, G, B 成分 r', g', b' を求めるようにしたものである。

(作用)

上記の構成によれば、簡単な加減算演算で 2 種

のマトリクス係数 α , β を求めておけば、以降は線型結合プロセッサを用いた線型結合演算だけで、R, G, B 画像メモリ内の同一画素の R, G, B 成分 r , g , b に対応する彩度成分の RGB カラー空間内ベクトル \vec{S} に対して彩度変換 $\vec{S}' = a\vec{S}$ を施した場合の該当画素の R, G, B 成分 r' , g' , b' を簡単に求めることができる。

(実施例)

第1図はこの発明の一実施例に係るカラー画像の高速彩度変換装置のブロック構成を示す。同図において、11は装置全体を制御する CPU、12, 13, 14はカラーカメラ等により入力され R, G, B の各成分に分離されたデジタル R, G, B 画像データを各画素位置に対応して格納するための入力画像メモリ (R入力画像メモリ, G入力画像メモリ, B入力画像メモリ) である。15は彩度変換の 3×3 マトリクス演算を画素毎に行うのに供される線型結合プロセッサ、16, 17, 18は線型結合プロセッサ15によって演算された画素毎の且つ R, G, B 各成分毎の結果を格納するための出力

画像メモリ (R出力画像メモリ, G出力画像メモリ, B出力画像メモリ) である。19は CPU11が入力画像メモリ12~14、線型結合プロセッサ15および出力画像メモリ16~18を制御するのに供されるシステム制御バス (以下、単に制御バスと称する)、20は入力画像メモリ12~14、線型結合プロセッサ15相互間、および線型結合プロセッサ15、出力画像メモリ16~18相互間の画像データ転送等に供される画像バスである。この画像バス20は、同時に複数種の画像データ転送が行えるように、複数本のバスから構成されている。なお、第1図では便宜的に12~14が入力画像メモリ、16~18が出力画像メモリであるものとしているが、これらの画像メモリは必要に応じて入力用、出力用いずれにも切替え使用されるものである。

ここで、第1図の装置で適用される彩度変換方式の原理について、R, G, B 成分が r , g , b のカラー画像の彩度 (S) 変換を例に、第2図を参照して説明する。

まず、R, G, B 成分が r , g , b のカラー画

像の色ベクトル \vec{I} は

$$\vec{I} = (r, g, b) \quad \dots \dots \dots (3)$$

で表わされる。また、色強度が一定値 k の平面 μ は

$$R + G + B = k \quad \dots \dots \dots (4)$$

で表わされる。上記(4)式で示される平面 μ と(3)式で示される色ベクトル \vec{I} との交点 P の座標は、 $\vec{OP} = t\vec{I}$ とすると、

$$t(r + g + b) = k$$

を満たすことから、

$$P \left(\frac{k r}{r + g + b}, \frac{k g}{r + g + b}, \frac{k b}{r + g + b} \right) \quad \dots \dots \dots (5)$$

となる。また、平面 μ の中央点 W の座標は、

$$W(k/3, k/3, k/3) \quad \dots \dots \dots (6)$$

となる。彩度 S の RGB カラー空間内ベクトル \vec{S} は、色相情報と彩度情報を含んだ色度ベクトル (明度一定で方向のみを持つ) の色度平面 (明度一定の平面) への射影ベクトルといえる。したがって、 \vec{OP} を色度ベクトルとすると、 \vec{S} は

$$\vec{S} = \vec{OP} - \vec{OW} \quad \dots \dots \dots (7)$$

で表わされる。ここで点 (原点) O の座標は $O(0, 0, 0)$ であることから、 \vec{OP} , \vec{OW} は、上記(5)式の点 P の座標および(6)式の点 W の座標を用いると、次のように表わされる。

$$\vec{OP} = \frac{1}{3} \frac{k}{r + g + b} \begin{pmatrix} 3r \\ 3g \\ 3b \end{pmatrix}$$

$$\vec{OW} = \frac{1}{3} \frac{k}{r + g + b} \begin{pmatrix} r + g + b \\ r + g + b \\ r + g + b \end{pmatrix}$$

したがって、上記(7)式は、

$$S = \frac{1}{3} \frac{k}{r + g + b} \begin{pmatrix} 2r - g - b \\ -r + 2g - b \\ -r - g + 2b \end{pmatrix}$$

$$= \frac{1}{3} \frac{k}{r + g + b} \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix} \quad \dots \dots \dots (8)$$

となる。前記(1)式は、この(8)式において $k =$

255としたものである。

さて、(8)式で示されるベクトル \vec{S}' に対し、彩度変換係数 a を用いて $\vec{S}' = a \vec{S}$ の彩度変換を行った場合の \vec{S}' は、 \vec{S}' の終端を (S の終端 P に対応させて) \vec{P}' とすると、

$$\vec{S}' = \vec{O P}' - \vec{O W}'$$

で表わされる。したがって $\vec{O P}'$ は、 $\vec{S}' = a \vec{S}$ であることから、

$$\vec{O P}' = \vec{O W}' + a \vec{S}$$

$$= \frac{1}{3} \frac{k}{r + g + b} \begin{pmatrix} \alpha & \beta & \beta \\ \beta & \alpha & \beta \\ \beta & \beta & \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix}$$

$$\text{但し } \alpha = 1 + 2a, \beta = 1 - a$$

…… (9)

で表わされる。また、 $\vec{O P}'$ は、上記の彩度変換の後の色ベクトル \vec{I} に対応する色ベクトル \vec{I}' の R, G, B 成分を r', g', b' とすると、(5)式から類推できるよう

$$\vec{O P}' = \frac{k}{r' + g' + b'} \begin{pmatrix} r' \\ g' \\ b' \end{pmatrix}$$

…… (10)

け（読み出し指定）、 R 出力画像メモリ 16 に対する書き込み指定を行い、画像バス 20 のバス指定を行う。

③ 続いて C P U 11 は、上記①で求めておいたマトリクス係数 α, β を用いて、 α, β, β の形で制御バス 19 経由で線型結合プロセッサ 15 にセットし、線型結合プロセッサ 15 および画像メモリ 12 ～ 14, 16 を起動する。

④ C P U 11 からの起動により、入力画像メモリ 12 ～ 14 が画素単位で順にリードアクセスされ、その都度対応する R, G, B 画像データ r, g, b が画像バス 20 中の指定されたバスを介して線型結合プロセッサ 15 に転送される。線型結合プロセッサ 15 は、この転送された画像データ r, g, b および③でセットされたマトリクス係数 α, β, β を用いて、 r' を求めるための線型結合演算

$$1/3 (\alpha r + \beta g + \beta b)$$

を行う（②式参照）。この演算結果 r' は、画像バス 20 中の別のバスを介して R 出力画像メモリ 16 に転送され、同メモリ 16 の同一画素位置に書き込まれる。

とも表わされる。この(10)式および上記(9)式と、彩度変換前後の色ベクトル \vec{I}, \vec{I}' の明度が一定（即ち $r + g + b = r' + g' + b'$ ）の条件とから、前記(2)式のマトリクス式が求められる。この(2)式は、既に述べているように、彩度変換係数 a を定めたときに、 R, G, B 画像メモリ間（ここでは、入力画像メモリ 12 ～ 14 間）の単純な線型結合演算によって彩度変換が行えることを意味する。

次に、上記の彩度変換原理を適用した第 1 図の装置の動作を説明する。

① まず、C P U 11 は、与えられた彩度変換係数 a をもとに、前記(2)式で示されるような 3×3 のマトリクス係数を算出する。但し、この 9 個のマトリクス係数は $\alpha (= 1 + 2a)$ および $\beta (= 1 - a)$ の 2 種に分類されるため、実際にはこの 2 種のマトリクス係数 α, β だけを求めるだけでよい。

② 次に C P U 11 は、制御バス 19 を介して R, G, B の各入力画像メモリ 12, 13, 14 に起動をか

け（読み出し指定）、 R 出力画像メモリ 16 に対する書き込み指定を行い、画像バス 20 のバス指定を行うと、C P U 11 は、②と同様に R, G, B の各入力画像メモリ 12, 13, 14 に起動をかけ（読み出し指定）、今度は G 出力画像メモリ 17 に対する書き込み指定を行い、画像バス 20 のバス指定を行う。

③ 続いて C P U 11 は、マトリクス係数を β, α, β の形で線型結合プロセッサ 15 にセットし、線型結合プロセッサ 15 および画像メモリ 12 ～ 14, 17 を起動する。

④ 線型結合プロセッサ 15 は、入力画像メモリ 12 ～ 14 から読み出されて転送される画像データ r, g, b および③でセットされたマトリクス係数 β, α, β を用いて、今度は g' を求めるための線型結合演算

$$1/3 (\beta r + \alpha g + \beta b)$$

を行う（②式参照）。この演算結果 g' は G 出力画像メモリ 17 に転送されて書き込まれる。

⑤ 以上の④の動作が入力画像メモリ 12 ～ 14 の全ての画素に対して行われると、C P U 11 は、

⑨と同様に R, G, B の各入力画像メモリ 12, 13, 14 に起動をかけ (読み出し指定)、今度は B 出力画像メモリ 18 に対する書き込み指定を行い、画像バス 20 のバス指定を行う。

⑩ 続いて C P U 11 は、マトリクス係数を β , β , α の形で線型結合プロセッサ 15 にセットし、線型結合プロセッサ 15 および画像メモリ 12~14, 18 を起動する。

⑪ 線型結合プロセッサ 15 は、入力画像メモリ 12~14 から読み出されて転送される画像データ r , g , b および ⑩ でセットされたマトリクス係数 β , β , α を用いて、今度は b' を求めるための線型結合演算

$$1/3 (\beta r + \beta g + \alpha b)$$

を行う (②式参照)。この演算結果 b' は B 出力画像メモリ 18 に転送されて書き込まれる。

なお、第 1 図の出力画像メモリ 16~18 を、表示モニタのリフレッシュメモリ (モニタリフレッシュメモリ) にすれば、リアルタイム (ビデオレート) での表示 (特に動画表示) に応用することが

可能である。また、マトリクスを回転行列にすれば、色相 (H) 変換にも応用できる。

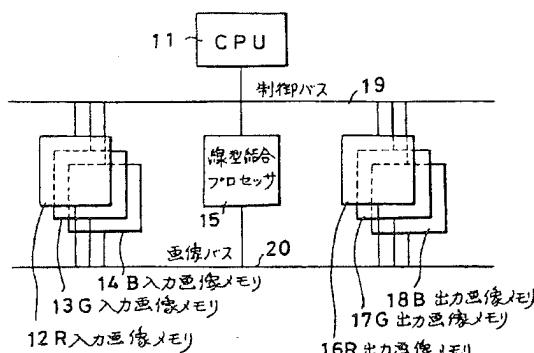
【発明の効果】

以上詳述したようにこの発明によれば、与えられた彩度変換係数 α をもとに簡単な加減算演算で 2 種のマトリクス係数を求めておけば、以降は線型結合プロセッサを用いた線型結合演算だけで、カラー画像の彩度変換が実行できる。即ち、この発明によれば、カラー画像の彩度変換が、小規模のハードウェア構成で高速に且つ高精度に行える。

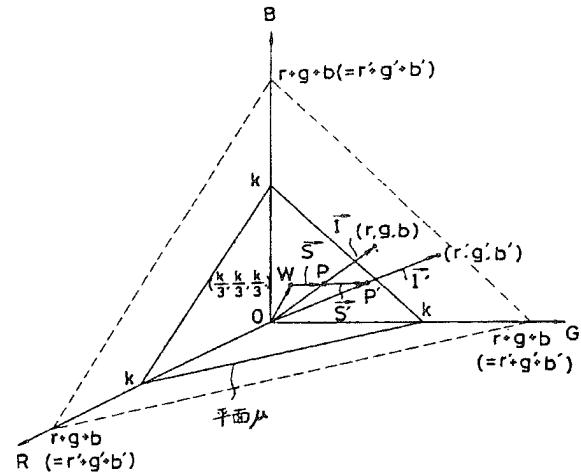
4. 図面の簡単な説明

第 1 図はこの発明の一実施例に係るカラー画像の彩度変換装置のプロック構成図、第 2 図は第 1 図の装置において適用される彩度変換原理を説明するための図、第 3 図は従来例を示すプロック構成図である。

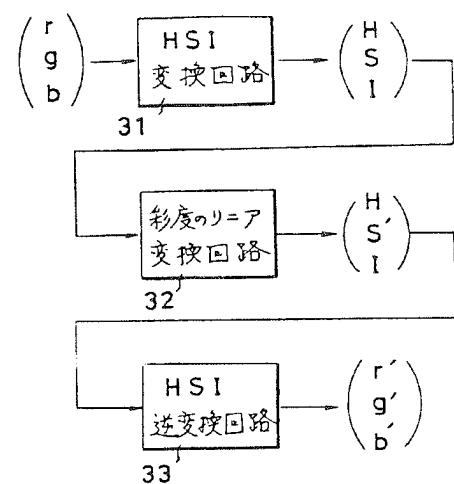
11… C P U, 12… R 入力画像メモリ、13… G 入力画像メモリ、14… B 入力画像メモリ、15… 線型結合プロセッサ、16… R 出力画像メモリ、17… G 出力画像メモリ、18… B 出力画像メモリ。



第 1 図



第 2 図



第 3 図